

*А. С. Ильиных, Е. В. Мигалатий*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
as.ilinykh@mail.ru

## МЕМБРАННЫЙ БИОРЕАКТОР В ОБОРОТНОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Все промышленные предприятия нуждаются в достаточно большом количестве воды, вне зависимости от масштаба производства, будь то небольшой завод по обработке материалов или целый металлургический комбинат. Предприятия вынуждены затрачивать огромное количество энергии на обработку воды и ее транспортировку от водного объекта до различных потребителей. В работе рассмотрена возможность организации оборотного водоснабжения с использованием хозяйственно-бытовых сточных вод очищенных в мембранном биореакторе. Современные технологии биохимической очистки позволяют получить стабильное высокое качество воды.*

Ключевые слова: мембранный биореактор; IFAS-MBR; очистка сточных вод; оборотное водоснабжение.

*A. S. Ilinykh, E. V. Migalatiy*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## MEMBRANE BIOREACTOR IN CIRCULATING WATER SUPPLY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

*All industrial enterprises need a sufficiently large amount of water, regardless of the scale of production, whether it is not a large material processing plant or a whole metallurgical plant. Enterprises are forced to expend huge amounts of energy to process water and transport it from a water body to various consumers. The paper considers the possibility of organizing recycled water supply using domestic sewage treated in a membrane bioreactor. Modern technologies of biochemical treatment allow to obtain a stable high quality water.*

Keywords: *membrane bioreactor; IFAS-MBR; wastewater treatment; circulating water supply.*

Любое промышленное предприятие не зависимо от объема производства, нуждается в большом количестве воды. Требования к качеству воды могут сильно варьироваться в зависимости от того для каких нужд она применяется: охлаждение оборудования или высококачественная вода для теплоэнергетики, обеспечение хозяйственно-питьевых нужды персонала или же обеспечение пожарной безопасности. Водопотребление всего предприятия является весьма внушительным.

Затрачивается огромное количество энергии на обработку воды и ее транспортировку до различных потребителей. Учитывая снижение качества поверхностных и подземных вод, на их очистку до требуемого качества необходимо затрачивать все большее количество энергии. В связи с этим предприятия вынуждены рационально распоряжаться своими водными ресурсами: оптимизировать потребление воды, организовывать схемы оборотного водоснабжения и т. д.

Также, все эти предприятия, чаще всего, имеют бытовые сточные воды и не имеют доступ к централизованной сети водоотведения (ЦСВ). Сточные воды либо аккумулируются и с помощью насосных станций перекачиваются в сети ЦВС, либо направляются в локальные очистные сооружения, которые, как правило, не рассчитаны на удаление загрязнений до нормативной величины.

Но, уже с 1 января 2019 года абоненты ЦСВ будут обязаны предоставить план по разработке и снижению сбросов в водные объекты [5]. Мероприятия, включаемые в план снижения сбросов: строительство или модернизация локальных очистных сооружений; очистка сточных вод абонента с использованием локальных очистных сооружений, принадлежащих третьим лицам; создание систем оборотного водоснабжения; внедрение технологий производства продукции (товаров), оказания услуг, проведения работ,

обеспечивающих снижение содержания загрязняющих веществ в составе сточных вод.

Очищенные сточные воды должны отвечать требованиям современных стандартов качества [3, 4], что делает возможным их применение для следующих целей: организация оборотного водоснабжения; частичная или полная замена подпиточной воды существующего оборотного цикла предприятия.

Следует отметить, что технологии биологической очистки [1], реализованные в последнее десятилетие [2], имеют преимущество по экономическим показателям перед технологиями, реализованными на существующих очистных сооружениях.

Рассматривается применение технологии IFAS-MBR [6, 7] (Integrated Fixed film and Active Sludge – Membrane BioReactor). Технология IFAS-MBR – это технология биологической очистки сточных вод от биогенных элементов, при помощи биохимических процессов активного ила и биопленки с последующим отделением чистой воды при помощи ультрафильтрационного мембранного элемента.

Технология подразумевает разделение всего объема сооружения на несколько зон: анаэробная, две аноксидные и аэробная.

Такое разделение технологических зон способствует снижению энергопотребления очистных сооружений, т. к. в этих технологических зонах отсутствует потребность аэрации стоков, на которую тратится наибольшее количество энергии в процессе обработки сточных вод.

По данным [8] общие затраты электроэнергии на очистку одного кубического метра сточных вод с применением мембранного биореактора составляют 0,55 кВт·ч.

Таким образом, оборотное водоснабжение организованное на предприятии с применением очищенных сточных вод способно снизить энергетические затраты связанные с очисткой подпиточной воды. Объем снижения энергозатрат эквивалентен энергозатратам, необходимым для очистки сточных вод.

#### Список использованных источников

1. Долина Л. Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов: монография. Днепропетровск : Континент, 2011. 198 с.
2. Харькин С. В. Канализационные очистные сооружения: вопросы эксплуатации, экономики, реконструкции // Справочник эколога. 2013. № 3. С. 12–18.
3. ИТС 10-2015. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений городских округов [Электронный ресурс]. Введ. 2016-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200128670> (дата обращения: 20.11.2018)
4. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года № 552 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 20.11.2018)
5. О внесении изменений в Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении и отдельные законодательные акты Российской Федерации» : Федеральный закон от 29.07.2017 № 225-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71732832/> (дата обращения: 20.11.2018)
6. Comparison between moving bed-membrane bioreactor and conventional membrane bioreactor systems. Part I: membrane fouling [Electronic resource] / L. Duan, S. Li, L. Han [at al.] // Environmental Earth Sciences. 2015. Vol. 73, Issue 9. P. 4881–4890. URL: <https://ezproxy.urfu.ru:4262/10.1007/s12665-015-4159-3>, doi: 10.1007/s12665-015-4159-3 (дата обращения: 20.11.2018)
7. Moving bed membrane bioreactors for carbon and nutrient removal: The effect of C/N variation [Electronic resource] / G. Mannina, G. A. Ekama, M. Capodici [at al.] // Biochemical Engineering Journal. 2017. Vol. 125. P. 31–41. URL: <http://ezproxy.urfu.ru:2055/science/article/pii/S1369703X17301213?via%3Dihub> (дата обращения: 20.11.2018)
8. Judd S. J. Membrane technology costs and me [Electronic resource] / S. J. Judd // Water Research. 2017. Vol. 122. P. 1–9. URL: [https://www.researchgate.net/publication/316972083\\_Membrane\\_technology\\_costs\\_and\\_me](https://www.researchgate.net/publication/316972083_Membrane_technology_costs_and_me), DOI: 10.1016/j.watres.2017.05.027 (дата обращения: 20.11.2018)